

СЕКЦИЯ 12. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОДГОТОВКИ И ПЕРЕРАБОТКИ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ. ПОДСЕКЦИЯ 2 – ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОДГОТОВКИ И ПЕРЕРАБОТКИ ГОРЮЧИХ ИСКОПАЕМЫХ

Где: D – диаметр трубки реактора, м; H – высота трубки реактора, м; $Re_{пл}$ – критерий Рейнольдса для стекающей пленки жидкости.

Активность реакционной среды находится как [2]:

$$\alpha_j = e^{-\alpha C_{v,c}}, \text{ при } l = 0, C_{v,c} = 0, \alpha = 1, a_j = 1$$

На основании разработанной математической модели было исследовано влияние концентрации SO_3 в газовой смеси и давления в реакторе на степень превращения ЛАБ. При рассмотрении влияния давления варьировалось входное давление в реакторе, перепад давления между входом и выходом при этом оставался постоянным и составлял 20 кПа.

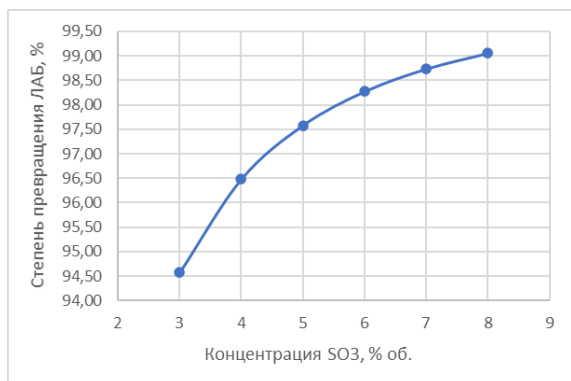


Рис. 1 Влияние концентрации SO_3 в газовой смеси на степень превращения линейных алкилбензолов

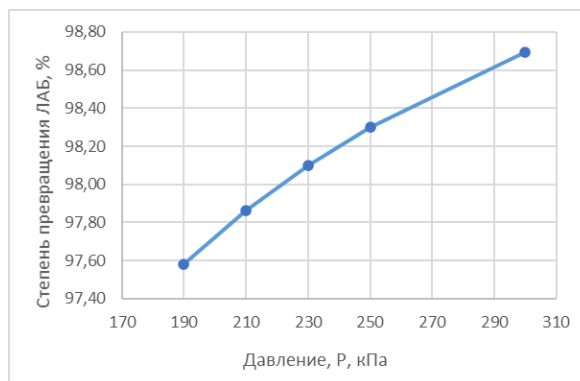


Рис. 2 Давления в реакционной среде на степень превращения линейных алкилбензолов

Таким образом, при увеличении концентрации SO_3 в газовой смеси увеличивается степень превращения линейных алкилбензолов, так как увеличивается движущая сила процесса массопереноса вещества в жидкую фазу. Также при увеличении давления степень превращения растет, что обусловлено уменьшением линейной скорости газа при одинаковом расходе. Разности концентраций SO_3 в жидкой и газовой фазе в этом случае растет большей степени, чем снижается коэффициент массопереноса.

Разработанная математическая модель позволяет количественно и качественно прогнозировать влияние различных параметров системы на выход целевых и побочных продуктов в процессе сульфирования линейных алкилбензолов

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 20-38-90103

Литература

1. Соколов В.Н. Газожидкостные реакторы [Текст] / Соколов В.Н., Доманский И.В. – Л.: «Машиностроение», 1976. 216 с.
2. Dolganov I.M. Alkylaromatics in Detergents Manufacture: Modeling and Optimizing Linear Alkylbenzene Sulfonation [Text] / Dolganova I.O., Dolganov I.M., Ivanchina E.D., Ivashkina E.N. // Journal of Surfactants and Detergents, 2018 – V.21.– No1.– P.175–184.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СОСТАВА ПРОДУКТОВ КАТАЛИТИЧЕСКОГО КРЕКИНГА УСТАНОВКИ КТ-1/1 С ПРИМЕНЕНИЕМ МОДЕЛИРУЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ

Солдатов В.К., Назарова Г.Ю.

Научный руководитель - профессор Е.Н. Ивашкина

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Среди процессов переработки нефтяного сырья важную роль занимает процесс каталитического крекинга, позволяющий дополнительно получать до 50 % (от перерабатываемого сырья) бензина с высоким октановым числом, а также газ, насыщенный пропан-пропиленовой и бутан-бутиленовой фракциями. Параллельно с этим, в процессе происходит образование кокса, который приводит к обратимой дезактивации катализатора крекинга, что негативно сказывается на эффективности процесса. В свою очередь, кокс необходим для поддержания теплового баланса системы «реактор-регенератор», т.к. в процессе регенерации катализатора путем выжигания кокса с поверхности катализатора выделяется большое количество тепла. Поэтому, с одной стороны, необходимо уменьшить количество кокса, образующегося на поверхности катализатора, обеспечив при этом тепловой баланс системы.

Качество и выход продуктовых потоков с установки каталитического крекинга определяется групповым составом сырья, свойствами катализатора, технологическими параметрами работы установки и др. Метод математического моделирования является одним из способов повышения эффективности процессов переработки

углеводородного сырья, а также позволяет проводить исследования без использования установок, функционирующих на производстве.

Цель работы заключается в установлении влияния состава сырья процесса каталитического крекинга на выход основных продуктов крекинга: высокооктанового бензина, жирного газа и кокса с использованием математической модели процесса.

В работе представлены результаты расчетов по оценке влияния состава сырьевых потоков на выход продуктов каталитического крекинга, а также на октановое число бензиновой фракции с применением математической модели, разработанной на основании формализованной схемы превращений углеводородов [1].

Параметры технологического процесса работы реакторного блока каталитического крекинга, использованные в качестве исходных данных для расчетов в программе представлены в таблице 1. В таблице 2 представлены 8 составов сырьевых потоков, которые использовались для проведения расчетов по влиянию состава сырья в моделирующей программе.

Таблица 1

Основные параметры технологического режима реакторного блока установки каталитического крекинга

Параметры процесса	Значение
Расход сырья на установку	189,1 м ³ /ч
Температура сырья на входе	297,6 °С
Суммарный расход пара на установку	9520 кг/ч
Температура пара	328,5 °С
Расход шлама	19,2 м ³ /ч
Температура шлама	310,2 °С
Температура регенерированного катализатора	661,4 °С
Давление	1,3 кгс/см ²
Кратность циркуляции	9,20

Таблица 2

Групповой состав сырья процесса каталитического крекинга (экспериментальные данные)

Сырьевые потоки	Содержание % мас.		
	Ароматические УВ	Насыщенные УВ	Смолы
1	40,46	56,80	2,73
2	39,70	57,70	2,60
3	36,61	58,95	4,44
4	35,46	59,79	4,75
5	35,40	61,60	3,00
6	33,47	63,89	2,64
7	30,24	66,83	2,93
8	23,31	73,13	3,56

Применение математической модели показало, что изменение состава сырья в значительной степени влияет на показатели процесса каталитического крекинга. Так, выход бензиновой фракции и жирного газа выше для потоков с большим содержанием насыщенных углеводородов в своем составе и относительно невысоким содержанием смол. К примеру, для первого потока расход бензиновой фракции составил 1744,93 м³/ч при исходном содержании предельных углеводородов равном 56,8 % мас., а для потока 7, где содержание насыщенных углеводородов составляет 66,83 % мас., расход бензиновой фракции увеличился до 1762,1 м³/ч.

В свою очередь, высокое содержание смол ведет к уменьшению выходов основных продуктов каталитического крекинга (рисунок 1).

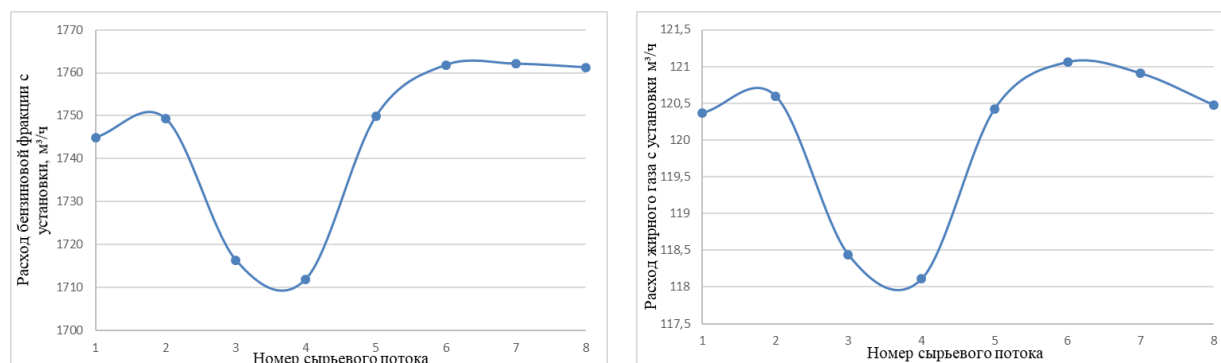


Рис. 1 Зависимость расходов бензиновой фракции и жирного газа с установки от состава перерабатываемого сырья

СЕКЦИЯ 12. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОДГОТОВКИ И ПЕРЕРАБОТКИ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ. ПОДСЕКЦИЯ 2 – ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОДГОТОВКИ И ПЕРЕРАБОТКИ ГОРЮЧИХ ИСКОПАЕМЫХ

Минимальные значения расходов для данных продуктов (1716,41 м³/ч и 1711,92 м³/ч для бензиновой фракции, 118,44 м³/ч и 118,11 м³/ч для жирного газа) соответствуют сырьевым потокам 3 и 4, в составе которых наибольшее содержание смол.

Также с ростом содержания в сырье крекинга смол происходит увеличение содержания кокса, как это видно на рисунке 2.

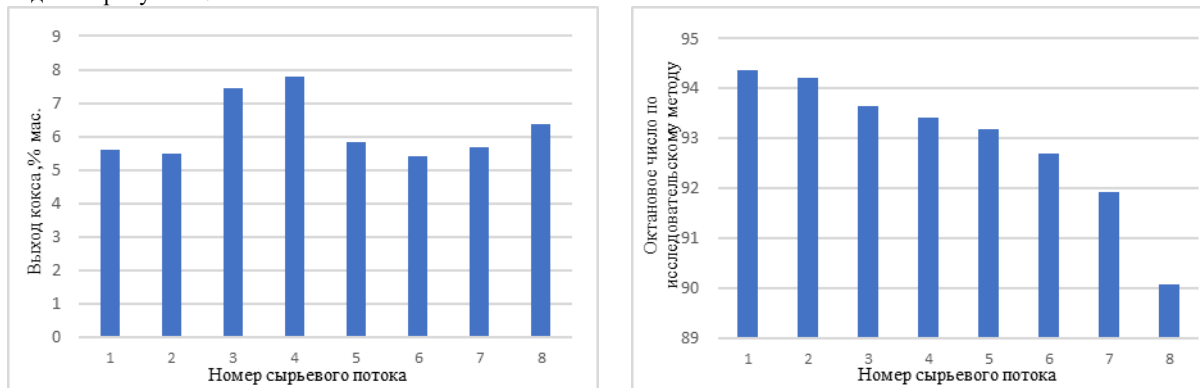


Рис. 2 Зависимость выхода кокса и октанового числа бензиновой фракции от состава перерабатываемого сырья

Наибольшие значения выхода кокса соответствуют потокам 3 и 4 (7,45 % мас. и 7,78 % мас.), в составе которых наблюдается самое большое содержание смол из имеющихся потоков (4,44 % мас. и 4,75 % мас. соответственно).

Ввиду высокого значения ОЧ у ароматических углеводородов октановое число бензина каталитического крекинга зависит от содержания ароматических углеводородов.

Так, для сырьевых потоков (от 1 до 8), наблюдается уменьшение содержания ароматических углеводородов в их составе, а, следовательно, и уменьшение содержания ароматических углеводородов в полученном бензине, что приводит к уменьшению октанового числа в смеси (рисунок 2).

Таким образом, применение моделирующей программы реактора каталитического крекинга позволяет прогнозировать выход и качество продуктов процесса в зависимости от состава сырья и технологического режима процесса. Исследование влияния данных параметров на производительность реакторно-регенераторного блока и качество получаемых продуктов позволит оптимизировать работу промышленной установки каталитического крекинга.

Работа выполнена при поддержке гранта РНФ № 19-71-10015 «Фундаментальные математические модели процессов переработки нефтяного сырья в высокооктановые бензины и дизельное топливо».

Литература

1. Разработка формализованной схемы превращений углеводородов в процессе каталитического крекинга для прогнозирования индивидуального состава газов / Г. Ю. Назарова, Е. Н. Ивашкина, А. А. Орешина [и др.] // Техника и технология нефтехимического и нефтегазового производства материалы 10-й Международной научно-технической конференции, Омск, 26-29 февраля 2020: / Омский государственный технический университет (ОмГТУ), Нефтехимический институт (НХИ). — Омск: Изд-во ОмГТУ, 2020. — [С. 43-44]

ИССЛЕДОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ АЛКИЛБЕНЗОЛСУЛЬФОКИСЛОТЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Солопова А.А., Долганова И.О., Долганов И.М.

Научный руководитель – научный сотрудник И.О. Долганова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Высокий мировой спрос на безопасные и эффективные моющие средства способствует развитию технологий биоразлагаемых анионных поверхностно-активных веществ. Алкилбензолсульфокислота – базовый компонент для таких поверхностно-активных веществ. Алкилбензолсульфокислоту получают путем сульфирования серным ангидридом тонкой пленки линейного алкилбензола с длиной боковой цепи преимущественно 10-13 атомов углерода. Наиболее эффективными на данный момент являются многотрубные пленочные реакторы. Реакция сульфирования экзотермична, охлаждение осуществляется путем подачи воды в межтрубное пространство. Повышение температуры в реакционной зоне приводит к протеканию побочных реакций, в ходе которых образуются вязкие тетралины и сульфоны [3], оседающие на внутренних стенках реакционных труб и снижающие качество конечного продукта. Для удаления побочных продуктов необходимо периодически осуществлять остановку реактора и промывать реакционные трубки водой.